

REC'D 25 MAR 2005

WIPO

PCT

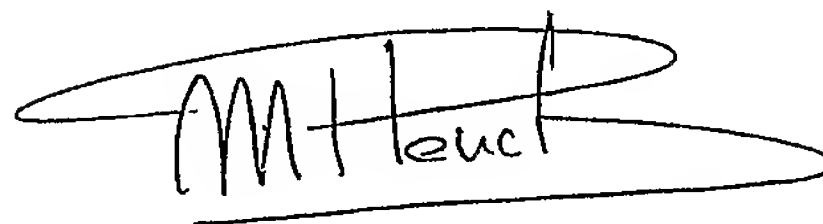
INPI

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

# BREVET D'INVENTION

**CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION****COPIE OFFICIELLE**

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 07 JAN. 2005Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets**DOCUMENT DE PRIORITÉ**PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLESIEGE  
26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr





## BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

26bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 Paris Cédex 08  
Téléphone: 01 53.04.53.04 Télécopie: 01.42.94.86.54

Code de la propriété intellectuelle-livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

DATE DE REMISE DES PIÈCES: N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL: DÉPARTEMENT DE DÉPÔT: DATE DE DÉPÔT:	Marie DUCREUX L'Air Liquide Société Anonyme à Directoire et Conseil de Surveil 75 quai d'Orsay 75321 PARIS CEDEX 07 France
Vos références pour ce dossier: S6427MD	

<b>1 NATURE DE LA DEMANDE</b>	
Demande de brevet	
<b>2 TITRE DE L'INVENTION</b>	
Procédé de combustion étagée avec injection optimisée de l'oxydant primaire	
<b>3 DECLARATION DE PRIORITE OU REQUETE DU BENEFICE DE LA DATE DE DEPOT D'UNE DEMANDE ANTERIEURE FRANCAISE</b>	Pays ou organisation      Date      N°
<b>4-1 DEMANDEUR</b>	
Nom  Suivi par Rue Code postal et ville Pays Nationalité Forme juridique N° SIREN Code APE-NAF N° de téléphone N° de télécopie Courrier électronique	L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME À DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS GEORGES CLAUDE DUCREUX Marie 75 quai d'Orsay 75321 CEDEX 07 PARIS France France Société anonyme 552 096 281 241A 01 40 62 52 26 01 40 62 56 95 marie.ducieux@airliquide.com

<b>5A MANDATAIRE</b>				
Nom	DUCREUX			
Prénom	Marie			
Qualité	Liste spéciale, Pouvoir général: PG10568			
Cabinet ou Société	L'Air Liquide Société Anonyme à Directoire et Conseil de Surveil			
Rue	75 quai d'Orsay			
Code postal et ville	75321 PARIS CEDEX 07			
N° de téléphone	01 40 62 52 26			
N° de télécopie	01 40 62 56 95			
Courrier électronique	marie.ducieux@airliquide.com			
<b>6 DOCUMENTS ET FICHIERS JOINTS</b>		Fichier électronique	Pages	Détails
Texte du brevet		textebrevet.pdf	8	D 5, R 2, AB 1
Dessins		dessins.pdf	1	page 1, figures 1
Désignation d'inventeurs				
Pouvoir général				
<b>7 MODE DE PAIEMENT</b>				
Mode de paiement		Prélèvement du compte courant		
Numéro du compte client		516		
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>				
Etablissement immédiat				
<b>9 REDEVANCES JOINTES</b>		Devise	Taux	Quantité
062 Dépôt		EURO	0.00	1.00
063 Rapport de recherche (R.R.)		EURO	320.00	1.00
068 Revendication à partir de la 11ème		EURO	15.00	1.00
Total à acquitter		EURO		335.00

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

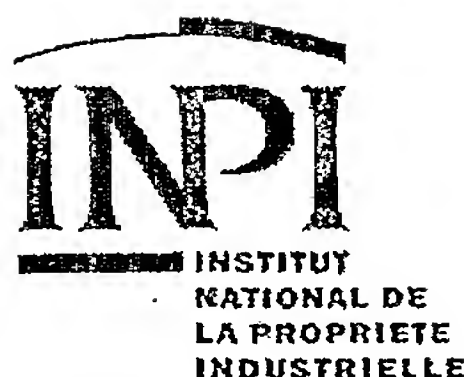
**Signé par**

Signataire: FR, L' Air Liquide SA, M.Ducieux

Emetteur du certificat: DE, D-Trust GmbH, D-Trust for EPO 2.0

**Fonction**

L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME À DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS GEORGES CLAUDE (Demandeur 1)



## BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

### Réception électronique d'une soumission

Il est certifié par la présente qu'une demande de brevet (ou de certificat d'utilité) a été reçue par le biais du dépôt électronique sécurisé de l'INPI. Après réception, un numéro d'enregistrement et une date de réception ont été attribués automatiquement.

Demande de brevet : X

Demande de CU :

<b>DATE DE RECEPTION</b>	16 décembre 2003
<b>TYPE DE DEPOT</b>	INPI (PARIS) - Dépôt électronique Dépôt en ligne: X Dépôt sur support CD:
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUE PAR L'INPI</b>	0351078
<b>Vos références pour ce dossier</b>	S6427MD

**DEMANDEUR**

<b>Nom ou dénomination sociale</b>	L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME À DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS GEORGES CLAUDE
<b>Nombre de demandeur(s)</b>	1
<b>Pays</b>	FR

**TITRE DE L'INVENTION**

Procédé de combustion étagée avec injection optimisée de l'oxydant primaire

**DOCUMENTS ENVOYES**

package-data.xml	Requetefr.PDF	application-body.xml
Design.PDF	ValidLog.PDF	fee-sheet.xml
FR-office-specific-info.xml	Comment.PDF	textebrevet.pdf
dessins.pdf	indication-bio-deposit.xml	request.xml

**EFFECTUE PAR**

<b>Effectué par:</b>	M.Ducieux
<b>Date et heure de réception électronique:</b>	16 décembre 2003 16:41:33
<b>Empreinte officielle du dépôt</b>	4A:FF:B3:6B:B2:B1:09:30:15:94:A3:5F:9D:1E:3E:C7:75:DC:82:27

/ INPI PARIS, Section Dépôt /

SIEGE SOCIAL  
INSTITUT 26 bis, rue de Saint Petersburg  
NATIONAL DE 75800 PARIS cedex 08  
LA PROPRIÉTÉ Téléphone : 01 53 04 53 04  
INDUSTRIELLE Télécopie : 01 42 93 59 30

5           La présente invention concerne un procédé de combustion étagée mettant en œuvre un jet d'oxydant primaire et un jet d'oxydant secondaire, dans lequel l'injection de l'oxydant primaire a été optimisée.

          Les performances d'un procédé de combustion dans un four industriel doivent répondre à deux critères :

10           - limiter les rejets de polluants atmosphériques (NOx, poussières, ...) qui doivent être en quantité inférieure à la limite fixée par la législation,

          - contrôler la température des parois du four et de la charge à chauffer de manière à répondre, à la fois aux contraintes relatives à la qualité du produit soumis à la combustion et à la consommation énergétique. Une solution avantageuse pour répondre à ces deux  
15 critères est d'abaisser la température de la flamme de combustion et un des moyens utilisés est la combustion étagée. Le procédé de combustion étagée des combustibles consiste à diviser la quantité d'oxydant nécessaire à la combustion totale du combustible en au moins deux flux d'oxydant introduits à différentes distances du flux de combustible. Ainsi, un premier flux d'oxydant est introduit à très proche distance du flux de combustible.

20 Ce flux le plus proche du flux de combustible est dénommé le flux primaire ; il permet la combustion partielle du combustible à une température contrôlée qui limite la formation des NOx. Les autres flux d'oxydant sont introduits à plus grande distance du combustible que le flux d'oxydant primaire ; ils permettent d'achever la combustion du combustible n'ayant pas réagi avec l'oxydant primaire. Ces flux sont dénommés flux secondaires. Le  
25 document WO 02/081967 décrit un procédé permettant de mettre en œuvre ce type de procédé de combustion étagée. L'oxydant est séparé en trois flux distincts, qui sont injectés à différentes distances du point d'injection du combustible et à différentes vitesses. Ainsi, un premier jet d'oxydant est injecté avec une vitesse élevée au centre du jet de combustible. Ensuite, un deuxième jet d'oxydant est injecté avec une vitesse plus  
30 faible à une première distance du jet de combustible. Enfin, un troisième jet d'oxydant est injecté à une deuxième distance du jet de combustible, cette deuxième distance étant supérieure à la première distance.

          Il peut être utile de mettre en œuvre ce type de procédé avec des puissances variables de brûleur, par exemple lorsque la charge du four change. Il peut être ainsi  
35 souhaitable d'utiliser des basses puissance de brûleur, c'est-à-dire d'utiliser les brûleurs avec de faibles vitesses de combustible par rapport au régime nominal des brûleurs. Or,



l'utilisation des brûleurs avec de faibles vitesses de combustible par rapport au régime nominal peut conduire à une élévation de la flamme : dans le cas d'une injection des combustibles et comburants dans un plan horizontal, la flamme remonte vers la voûte du four industriel et peut l'abîmer.

5           Le but de la présente invention est de proposer un procédé de combustion étagée dans lequel il est possible de modifier la puissance du brûleur, et notamment de l'abaisser par apport à sa puissance nominale, sans que ce changement de puissance conduise à un changement de direction de flamme et à la détérioration de la paroi du four.

10           Dans ce but, l'invention concerne donc un procédé de combustion d'un combustible, dans lequel on injecte un jet du combustible et au moins deux jets d'oxydant, le premier jet d'oxydant, dit primaire, étant injecté au contact du jet de combustible et de manière à engendrer une première combustion incomplète, les gaz issus de cette première combustion comportant encore au moins une partie du combustible, et le deuxième jet d'oxydant étant injecté à distance du jet de combustible de manière à entrer en  
15 combustion avec la partie du combustible présent dans les gaz issus de la première combustion, dans lequel le jet d'oxydant primaire est divisé en deux jets primaires :

- un premier jet d'oxydant primaire, dit central, injecté au centre du jet de combustible, et
- un second jet d'oxydant primaire, dit de gainage, injecté de manière coaxiale autour du jet de combustible.

20           L'invention consiste donc en un procédé de combustion étagée dans lequel l'oxydant nécessaire à la combustion du combustible est divisé sous forme de deux jets. Le premier jet, dit primaire, est injecté au contact du jet de combustible, ce qui signifie que la distance entre le jet de combustible et le jet d'oxydant primaire est nulle (mis à part la présence éventuelle d'une paroi de canalisation conduisant ces différents jets). Selon la  
25 caractéristique essentielle de l'invention, le jet d'oxydant primaire est divisé en deux jets injectés de manière différente vis-à-vis du jet de combustible. Le premier jet d'oxydant primaire, dit central, est injecté au centre du jet de combustible, et le second jet d'oxydant primaire, dit de gainage, est injecté de manière coaxiale autour du jet de combustible. En pratique, ce procédé pourra être mis en œuvre par l'utilisation d'une canne d'injection  
30 constituée de deux tubes concentriques, l'un pour l'injection du combustible, l'autre pour l'oxydant primaire central. La canne d'injection est placée dans un ouvreau céramique et l'oxydant primaire de gainage est injecté dans l'espace défini entre l'ouvreau et la canne d'injection. L'extrémité de la canne d'injection peut être placée en retrait de ou dans le même plan que la paroi d'injection dans le four.

35           Selon l'invention, la quantité d'oxydant présente dans le jet d'oxydant primaire est inférieure à la quantité totale d'oxydant nécessaire à la combustion totale du combustible.

Le deuxième jet d'oxydant permet d'apporter la quantité d'oxydant nécessaire à l'achèvement de la combustion du combustible. Généralement, la somme des quantités de tous les oxydants injectés est sensiblement stœchiométrique, c'est-à-dire comprise dans un intervalle de plus ou moins 15 % par rapport à la quantité stœchiométrique nécessaire à la combustion totale du combustible. La quantité de deuxième oxydant représente généralement 10 à 98 % de la quantité totale d'oxydant injecté, de préférence 50 à 98 %, encore plus préférentiellement 75 à 98 %, l'oxydant primaire (qui correspond à la fois à l'oxydant primaire central et à l'oxydant primaire de gainage) représentant une quantité comprise entre 2 et 90 %, de préférence entre 2 et 50 %, encore plus préférentiellement entre 2 à 25 % de la quantité totale d'oxydant.

Selon l'invention, il est préférable que la vitesse d'injection du jet d'oxydant primaire central soit supérieure à la vitesse d'injection du jet de combustible. Par cette caractéristique, le jet d'oxydant central garantit à la fois un bon entraînement du jet de combustible et une vitesse suffisamment importante de ce jet de combustible. Ainsi, le combustible est parfaitement entraîné vers la zone de combustion avec le deuxième oxydant. La vitesse d'injection du jet d'oxydant primaire central est généralement d'au moins 50 m/s. La vitesse d'injection du jet de combustible est préférentiellement supérieure à la vitesse d'injection du jet d'oxydant primaire de gainage. Selon un mode avantageux, la vitesse d'injection du deuxième jet d'oxydant peut être supérieure à la vitesse d'injection du jet d'oxydant primaire de gainage.

Selon l'invention, la distance à laquelle le deuxième jet d'oxydant est injecté et la vitesse de ce deuxième jet d'oxydant sont préférentiellement telles que le rapport de la distance définie entre le point d'injection du jet d'oxydant primaire central et le point d'injection du deuxième jet d'oxydant sur la vitesse d'injection du deuxième jet d'oxydant est compris entre  $10^{-3}$ s et  $10^{-2}$ s, de préférence entre  $3 \cdot 10^{-3}$ s et  $8,5 \cdot 10^{-3}$ s. Cette relation permet de résoudre le problème de l'invention tout en assurant une faible émission de  $\text{NO}_x$  et une luminosité de flamme améliorée permettant le contrôle visuel de la combustion par l'opérateur.

Selon un mode particulier du procédé de l'invention, un troisième jet d'oxydant peut être injecté en un point situé entre le point d'injection du jet d'oxydant primaire central et le point d'injection du deuxième jet oxydant. L'avantage de l'injection de ce troisième jet oxydant est qu'elle permet de jouer sur les débits entre les deuxième et troisième jets d'oxydant et de modifier le moment du brûleur et la longueur de la flamme de manière à contrôler le profil de transfert à la charge du four. De préférence, la vitesse d'injection du deuxième jet d'oxydant est supérieure ou égale à la vitesse d'injection du troisième jet d'oxydant. Il a été observé qu'il était préférable que le rapport de la distance définie entre



le point d'injection du deuxième jet d'oxydant et le point d'injection du jet d'oxydant primaire central sur la distance définie entre le point d'injection du troisième jet d'oxydant et le point d'injection du jet d'oxydant primaire central soit compris entre 2 et 10. Dans le cas de ce mode particulier, la quantité d'oxydant présente dans le troisième jet représente de préférence 50 à 75 % de la quantité totale d'oxydant injecté par les deuxième et troisième jets, cette quantité totale d'oxydant injecté par les deuxième et troisième jets représentant 10 à 98 % de la quantité totale d'oxydant injecté, de préférence 50 à 98 %, encore plus préférentiellement 75 à 98 %. Selon l'invention, la distance à laquelle le troisième jet d'oxydant est injecté et la vitesse de ce troisième jet d'oxydant sont préférablement telles que le rapport de la distance définie entre le point d'injection du jet d'oxydant primaire central et le point d'injection du troisième jet d'oxydant sur la vitesse d'injection du troisième jet d'oxydant est compris entre  $6.10^{-4}$ s et  $6.10^{-3}$ s, de préférence entre  $1,5.10^{-3}$ s et  $4.10^{-3}$ s.

Selon une première variante du procédé selon l'invention, les deux jets d'oxydant primaires présentent la même concentration en oxygène. Il est alors en outre avantageux d'utiliser un oxydant dans le deuxième jet, et éventuellement le troisième jet, présentant la même composition que le premier jet, car il est alors possible de n'avoir qu'une seule source d'oxydant à diviser entre les différents points d'injection d'oxydants.

Toutefois, selon une deuxième variante du procédé selon l'invention, la concentration en oxygène du jet d'oxydant primaire central peut être supérieure à la concentration en oxygène du jet d'oxydant primaire de gainage et des deuxième et troisième jets. Ce peut-être le cas lorsque l'approvisionnement en oxygène de haute pureté est limité. L'oxydant de concentration élevée en oxygène est alors injecté sous forme du jet d'oxydant primaire central, tandis que de l'air est injecté dans tous les autres jets d'oxydant.

Le jet de deuxième oxydant peut être lui-même constitué d'une pluralité de jets de deuxième oxydant. Pour une bonne symétrie de l'ensemble de combustion, les jets de deuxième oxydant sont, de préférence, disposés de façon régulière autour des jets de combustible et d'oxydant primaire. Cette disposition peut également être appliquée au jet de troisième oxydant.

Le procédé est de préférence mis en œuvre avec des combustibles gazeux. Si le combustible est liquide, il est alors souhaitable qu'un gaz d'atomisation soit utilisé pour atomiser le liquide ; selon l'invention, le gaz d'atomisation peut être l'oxydant, notamment de l'air ou de l'oxygène. Le gaz d'atomisation peut être introduit à la place de l'oxydant de gainage et/ou à la place de l'oxydant central.

Enfin, l'invention concerne l'utilisation du procédé précédente pour le chauffage d'une charge de verre ou pour un four de réchauffage.

La mise en œuvre du procédé selon l'invention permet d'atteindre l'objectif de flamme tendue, c'est-à-dire de flamme ne déviant pas vers une paroi du four.

5 La figure 1 illustre un dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'invention. La figure 1 représente une partie du dispositif qui est conçu de façon symétrique par rapport à l'axe AA'. La figure 1 donne une vue de face du dispositif et la coupe correspondante selon l'axe BB'. Le dispositif est constitué d'ouvreaux 5, 6, 7 percés dans la paroi du four 8 et d'une canne d'injection 9 constituée de deux tubes coaxiaux. La  
10 canne d'injection est placée dans l'ouveau 5. Cet ouveau 5 est suffisamment large pour qu'un espace libre 10 existe entre le tube extérieur de la canne et la paroi de l'ouveau. L'oxydant primaire 2, 3 est injecté à la fois dans le tube central de la canne 9 et dans l'espace libre 10. Le combustible 1 est injecté dans l'espace défini entre le tube intérieur et le tube extérieur de la canne d'injection 9. Le deuxième oxydant 4 est injecté dans  
15 l'ouveau 7 le plus éloigné de l'ouveau central 5. Le troisième oxydant 11 est injecté dans l'ouveau 6 intermédiaire.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de combustion d'un combustible, dans lequel on injecte un jet du combustible et au moins deux jets d'oxydant, le premier jet d'oxydant, dit primaire, étant injecté au contact du jet de combustible et de manière à engendrer une première combustion incomplète, les gaz issus de cette première combustion comportant encore au moins une partie du combustible, et le deuxième jet d'oxydant étant injecté à distance du jet de combustible de manière à entrer en combustion avec la partie du combustible présent dans les gaz issus de la première combustion,
- 5 caractérisé en ce que le jet d'oxydant primaire est divisé en deux jets primaires :
- un premier jet d'oxydant primaire, dit central, injecté au centre du jet de combustible, et
  - un second jet d'oxydant primaire, dit de gainage, injecté de manière coaxiale autour du jet de combustible.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la vitesse d'injection du jet d'oxydant primaire central est supérieure à la vitesse d'injection du jet de combustible.
- 15 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la vitesse d'injection du jet de combustible est supérieure à la vitesse d'injection du jet d'oxydant primaire de gainage.
- 20 4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la vitesse d'injection du deuxième jet d'oxydant est supérieure à la vitesse d'injection du jet d'oxydant primaire de gainage.
- 25 5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le rapport de la distance définie entre le point d'injection du jet d'oxydant primaire central et le point d'injection du deuxième jet d'oxydant sur la vitesse d'injection du deuxième jet d'oxydant est compris entre  $10^{-3}$ s et  $10^{-2}$ s.
- 30 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un troisième jet d'oxydant est injecté en un point situé entre le point d'injection du jet d'oxydant primaire central et le point d'injection du deuxième jet oxydant.
- 35 7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que la vitesse d'injection du deuxième jet d'oxydant est supérieure à la vitesse d'injection du troisième jet d'oxydant.

8. Procédé selon la revendication 6 ou 7 caractérisé en ce que le rapport de la distance définie entre le point d'injection du deuxième jet d'oxydant et le point d'injection du jet d'oxydant primaire central sur la distance définie entre le point d'injection du troisième jet d'oxydant et le point d'injection du jet d'oxydant primaire central est compris entre 2 et 10.
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les deux jets d'oxydant primaires présentent la même concentration en oxygène.
10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la concentration en oxygène du jet d'oxydant primaire central est supérieure à la concentration en oxygène du jet d'oxydant primaire de gainage.
11. Utilisation du procédé défini selon l'une des revendications 1 à 10 pour le chauffage d'une charge de verre ou pour un four de réchauffage.

1/1

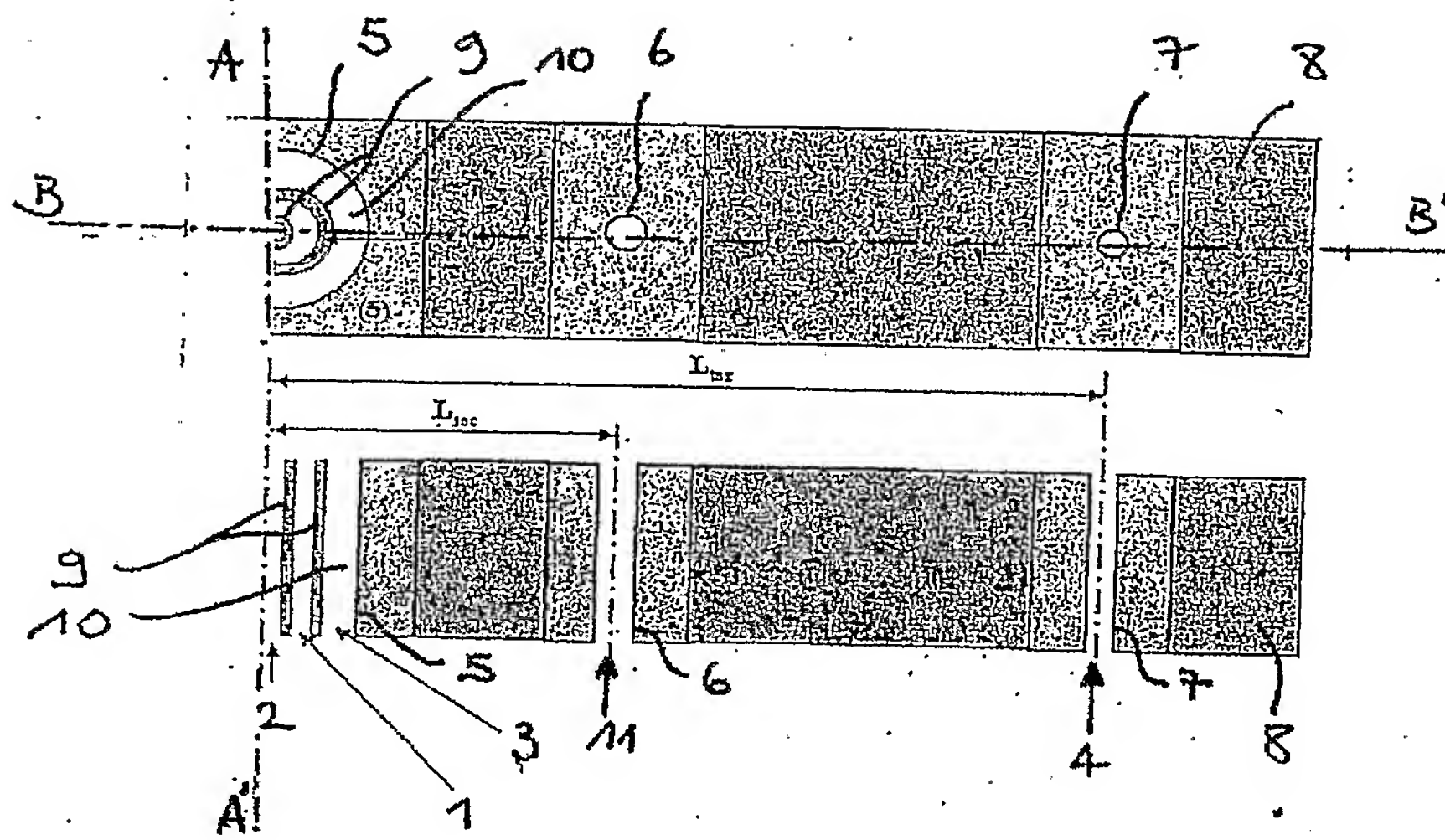


FIGURE 1



1/1

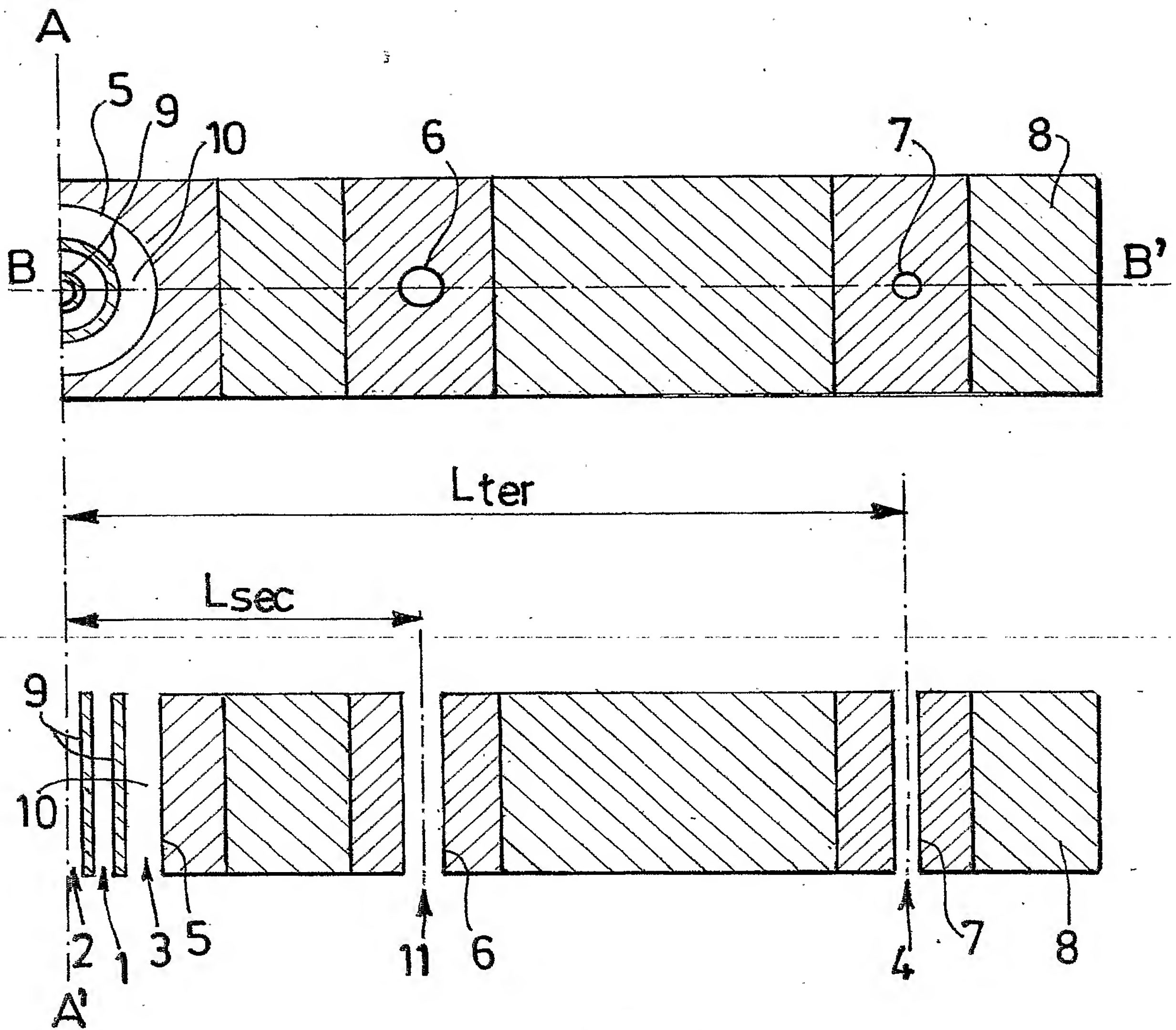
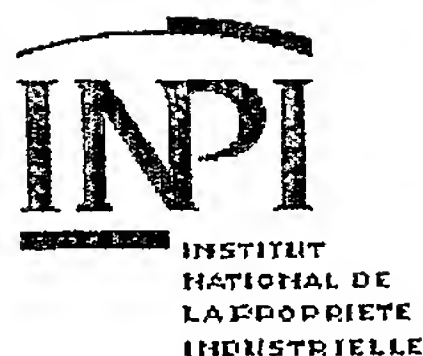


FIG.1



## BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITE

### Désignation de l'inventeur

Vos références pour ce dossier	S6427MD
N°D'ENREGISTREMENT NATIONAL	
TITRE DE L'INVENTION	
	Procédé de combustion étagée avec injection optimisée de l'oxydant primaire
LE(S) DEMANDEUR(S) OU LE(S) MANDATAIRE(S):	
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S):	
Inventeur 1	
Nom	TSIAVA
Prénoms	Rémi Pierre
Rue	71 rue André Breton
Code postal et ville	91250 ST GERMAIN LES CORBEIL
Société d'appartenance	
Inventeur 2	
Nom	LEROUX
Prénoms	Bertrand
Rue	3 passage de l'Industrie
Code postal et ville	92130 ISSY LES MOULINEAUX
Société d'appartenance	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

#### Signé par

Signataire: FR, L' Air Liquide SA, M.Ducieux

Emetteur du certificat: DE, D-Trust GmbH, D-Trust for EPO 2.0

#### Fonction

L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME À DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS GEORGES CLAUDE (Demandeur 1)

PCT/FR2004/050654

